Indonesian Journal of Food Technology
ISSN 2962-6641
Department of Food Technology
Jenderal Soedirman University

APLIKASI GELOMBANG ULTRASONIK PADA PROSES DEKAFEINASI KOPI ARABIKA GAYO ACEH

Application of Ultrasonic Waves on Decaffeination Process of Gayo Aceh Arabica Coffee

Jumrotul Jannah[1*], Yuyun Yuniati[2], Bambang Sigit Sucahyo[3], Kejora Handarini[4]

[1,2,3,4]Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian,
Universitas Dr. Soetomo Surabaya, Indonesia

*Alamat koresponden: jumrotuljannah01@gmail.com

ABSTRAK

Kopi arabika Gayo Aceh terkenal akan mutu dan cita rasanya yang unik. Namun, konsumen yang sensitif terhadap kafein sering kali menjauhi kopi ini karena asupan kafein berlebihan dapat berdampak buruk bagi kesehatan. Oleh sebab itu, proses dekafeinasi menjadi penting dalam menghasilkan kopi rendah kafein tanpa mengurangi ciri khas rasa dan aromanya. Studi ini dirancang untuk mengkaji dampak aplikasi gelombang ultrasonik dalam proses dekafeinasi kopi arabika Gayo Aceh. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental, dengan 6 perlakuan (waktu ekstraksi): K1 (2 menit); K2 (4 menit); K3 (6 menit); K4 (8 menit); K5 (10 menit); dan K6 (12 menit). Variabel yang diukur dalam penelitian ini meliputi recovery kafein, kadar asam klorogenat, serta hasil uji organoleptik. Data yang terkumpul dianalisis menggunakan SPSS versi 30. Penelitian ini menemukan hasil terbaik pada perlakuan K4 (8 menit), yang menunjukkan recovery kafein sebesar 56,83%, kadar asam klorogenat 12,3%, dan evaluasi sensorik netral (4) untuk warna, tingkat keasaman, serta aroma menurut panelis.
Kata kunci: Asam klorogenat, dekafeinasi, kafein, ultrasonik

ABSTRACT

Gayo Aceh Arabica coffee is famous for its quality and unique taste. However, caffeine-sensitive consumers often avoid this coffee due to the potential health risks of excessive caffeine intake. Therefore, the decaffeination process is important in producing low-caffeine coffee without reducing its distinctive taste and aroma. The research focused on assessing the influence of ultrasonic waves on the decaffeination process of Aceh Gayo arabica coffee. This study employed an experimental method that included 6 treatments (extraction time): K1 (2 minutes), K2 (4 minutes), K3 (6 minutes), K4 (8 minutes), K5 (10 minutes), and K6 (12 minutes). The variables measured in this study included caffeine regain, chlorogenic acid levels, and organoleptic test results. The collected data was analyzed using (SPSS) software version 30. This study found the best results in treatment K4 (8 minutes), which showed caffeine recovery of 56.83%, chlorogenic acid content of 12.3%, and neutral sensory evaluation (4) for color, acidity, and aroma according to panelists.
Keyword: Caffeine; chlorogenic acid; decaffeination; ultrasonic

Indonesian Journal of Food Technology
ISSN 2962-6641
Department of Food Technology
Jenderal Soedirman University

PENDAHULUAN

Kopi arabika dikenal memiliki kualitas premium dibandingkan dengan ratusan varietas kopi lainnya yang ada di Indonesia. Gayo aceh merupakan salah satu varietas arabika yang paling digemari di Indonesia (Anam dkk., 2023). Kopi arabika Gayo Aceh diakui oleh *Specialty Coffee Association of America* sebagai kopi dengan cita rasa yang kompleks serta kandungan senyawa bioaktif melimpah, termasuk, flavonoid, alkoloid, saponin, tanin, dan steroid. Senyawa-senyawa ini berpotensi memberikan efek kesehatan jika dikonsumsi dalam jumlah wajar (Ismail dkk., 2022).

Produksi kopi nasional menunjukkan tren peningkatan tahunan, mencapai 793,1 ribu ton pada tahun 2022 (data BPS dan Kementan). Kekhawatiran terhadap efek samping kafein akibat konsumsi kopi berlebih muncul seiring dengan peningkatan produksi kopi yang mengindikasikan tingginya minat masyarakat. Efek samping tersebut meliputi, mual, pusing, hipertensi, gangguan pencernaan, peningkatan asam lambung, kecanduan, perubahan warna gigi, bau mulut, resiko penyakit jantung, hingga penuaan dini (Latunra dkk., 2021). Pembatasan konsumsi kafein harian maksimal 150 mg oleh SNI 01-7152-2006 bertujuan untuk meminimalisir efek-efek yang dimaksud.

Senyawa utama dalam kopi yaitu kafein, yang termasuk dalam kelompok alkaloid xantine. Alkaloid berbentuk kristal putih, memiliki sifat psikoaktif, tidak beraroma, dan bercita rasa pahit (Azizah dkk., 2022). Kopi tidak hanya mengandung kafein, tetapi juga banyak mengandung senyawa polifenol, terutama asam klorogenat. Senyawa ini terbentuk melalui esterifikasi asam quinar dan asam trans-sinamat tertentu, yang memiliki peran penting dalam menentukan cita rasa khas kopi, konsentrasi yang lebih tinggi dapat menyebabkan rasa asam yang berlebih (Farhaty dan Muchtaridi, 2016). Sebagian besar konsumen cenderung lebih menyukai kopi dengan rasa yang halus dan ringan. Mengingat preferensi mayoritas konsumen terhadap kopi dengan rasa halus dan ringan, serta untuk mengatasi efek negatif kafein tanpa mengurangi kenikmatan, inovasi berupa kopi rendah kafein dan asam klorogenat melalui proses dekafeinasi menjadi solusi yang diperlukan.

Dekafeinasi merupakan teknik untuk mereduksi level kafein dan rasa pahit pada kopi melalui penghancuran komponen sel membran dengan berbagai metode ekstraksi, seperti penggunaan solven organik, distilasi uap, dan *Supercritical Fluid* (Utama dkk., 2022). Pemilihan metode ekstraksi yang optimal dipengaruhi oleh sifat senyawa target yang ingin diperoleh serta efisiensi proses yang diharapkan, mengingat setiap metode memiliki keunggulan dan keterbatasannya masing-masing (Wahyuningsih dkk., 2024).

Iswandi (2022) menemukan bahwa metode maserasi 7 hari mampu mengekstrak kafein dari kopi hingga 6,45%. Studi lain oleh Lolongan dkk. (2021) pada dekafeinasi kopi robusta mencatat rendemen kafein tertinggi sebesar 2,97% setelah 3 jam ekstraksi. Hasil ini mengindikasikan bahwa metode konvensional kurang optimal dalam mengekstrak senyawa bioaktif karena memerlukan waktu yang relatif lama, sehingga inovasi metode dekafeinasi yang lebih efisien diperlukan.

Penelitian ini bertujuan mengkaji dampak aplikasi gelombang ultrasonik dalam proses dekafeinasi kopi arabika Gayo Aceh. *Ultrasound-Assisted Extraction* (UAE) adalah metode ekstraksi yang memanfaatkan gelombang suara dengan frekuensi tinggi, antara 20 kHz – 100 MHz. Mekanisme kerja UAE didasarkan pada pembentukan gelembung-gelembung kecil dalam medium cair, yang kemudian seiring waktu ekstraksi mengalami keruntuhan gelembung. Teknik ini menghasilkan efek mekanik yang dapat meningkatkan perpindahan massa tanpa merusak struktur bahan, sehingga metode ini bersifat tidak invasif dan mudah diimplementasikan tanpa memodifikasi sifat dasar bahan (Adhiksana, 2017). Efektivitas UAE dalam mengekstraksi senyawa telah dibuktikan oleh Kusnadi dkk. (2019), yang menunjukkan metode ini mampu mengekstrak capcaisin dari cabai rawit sebanyak 102,89 mg/g berat kering hanya dalam waktu 15 menit. Hasil Temuan ini mengindikasikan bahwa ekstraksi ultrasonik memiliki potensi besar untuk diterapkan dalam proses dekafeinasi kopi, terurama karena kemampuannya mengekstrak senyawa bioaktif dalam waktu singkat. Namun demikian, studi yang secara spesifik membahas optimalisasi proses dekafeinasi pada kopi spesialti, khususnya kopi Arabika Gayo Aceh yang dikenal dengan profil rasa dan aroma yang kompleks masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat menawarkan metode dekafeinasi yang tidak hanya efisiensi secara waktu, tetapi juga mampu menjaga kualitas sensorik kopi arabika Gayo Aceh.

METODE

Bahan utama penelitian ini yaitu kopi arabika Gayo Aceh medium dark dari Desa Pondok Gajah, Bener Meriah. Bahan-bahan untuk analisis meliputi NaOH 95%, indikator PP 1%, kafein murni, etanol 96%, dan akuades. Alat-alat yang digunakan yaitu *ultrasonic bath,* spektrofotometri Uv-Vis, *extractor soxhlet*, dan *heating mantle.*

Pendekatan eksperimental dengan desain percobaan Rancangan Acak Lengkap (RAL) digunakan dalam penelitian ini. Perlakuan terdiri atas 6 variasi waktu ekstraksi:

K1 (2 menit), K2 (4 menit), K3 (6 menit), K4 (8 menit), K5 (10 menit), dan K6 (12 menit). Validitas hasil penelitian dipastikan dengan mengulang setiap perlakuan sebanyak 4 kali. Variabel pengamatan pada penelitian ini meliputi recovery kafein, kadar asam klorogenat, dan uji organoleptik.

Ekstraksi Soxhlet Kopi Arabika Gayo Aceh

Ekstraksi ini dilakukan guna memperoleh data kadar kafein yang terdapat pada kopi arabika gayo aceh sebelum dekafeinasi. Sebanyak 40 g bubuk kopi arabika Gayo Aceh ditempatkan pada alat ekstraksi soxhlet di dalam kertas saring berbentuk selonsong. Labu soxhlet di isi dengan etanol 96% hingga volumenya mencapai 2/3 kapasitas. Ekstraksi dilakukan selama 5 jam, setelah selesai larutan disaring menggunakan pompa vakum. Filtrat yang diperoleh disimpan dalam botol vial gelap untuk diukur konsentrasi kafein mula-mula (Perdana, 2024).

Ekstraksi Ultrasonik Kopi Arabika Gayo Aceh

Ekstraksi ini ditetepkan sebagai metode dekafeinasi. Sebanyak 12,5 g kopi arabika gayo aceh dilarutkan dengan 100 mL akuades. Larutan kopi diektraksi dalam *ultrasonic bath* pada suhu 50^{o}C, dengan variasi waktu ekstraksi 2, 4, 6, 8, 10, dan 12 menit. Setelah proses ini selesai, larutan disaring menggunakan pompa vakum. Ampas kopi dikeringkan dalam oven untuk uji organoleptik, sementara filtrat disimpan dalam botol vial gelap untuk analisis recovery kafein dan kadar asam klorogenat (Adhiksana, 2017).

Analisis Recovery Kafein *(Elfariyanti dkk., 2020)*

Efisiensi proses dekafeinasi pada penelitian ini dievaluasi melalui perhitungan persentase recovery kafein yang diperoleh dari ekstraksi ultrasonik. Recovery ini dihitung berdasarkan perbandingan antara konsentrasi kafein yang terambil dengan konsentrasi awalnya. Penentuan konsentrasi kafein dilakukan melalui pendekatan regresi linier, yang diawali dengan penentuan panjang gelombang maksimum kafein. Sebanyak 0,125 g kafein murni dilarutkan dengan 250 mL akuades untuk membuat larutan baku kafein 50 ppm. Absorbansi larutan diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada rentang panjang gelombang 200-300 nm, nilai absorbansi tertinggi ditetapkan sebagai panjang gelombang maksimum kafein.

Kurva baku kafein dibuat dari larutan standar dengan konsentrasi 2, 4, 6, 8, 10, 12, dan 14 ppm, yang diperoleh dari pengenceran larutan baku. Absorbansi larutan diukur pada panjang gelombang maksimum, untuk membentuk kurva linier dengan persamaan regresi Y = ax + b. Terakhir untuk menentukan konsentrasi kafein hasil ekstraksi, 1 mL

Indonesian Journal of Food Technology
ISSN 2962-6641
Department of Food Technology
Jenderal Soedirman University

filtrat kopi ultrasonik diencerkan dalam 100 mL akuades, lalu absorbansi larutan diukur pada panjang gelombang maksimum. Nilai absorbansi yang diperoleh kemudian dihitung, mengacu pada persamaan kurva linier, sehingga nilai X dapat diperoleh dari persamaan berikut:

$$X = \frac{b-y}{a} \text{ x Fp} \quad \text{..... (1)}$$

Recovery kafein (%) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Recovery (\%)} = \frac{kafein\ di\ fase\ ekstrak}{kadar\ kafein\ mula-mula} \text{ x 100\% .....(2)}$$

Keterangan:

a = slope

b = intersep

Fp = Faktor Pengenceran

X = konsentrasi kafein (mg/L)

Y = absorbansi

Analisis Kadar Asam Klorogenat *(Sundari dkk., 2020) dan (Mardiana dkk., 2021)*

Analisis kadar asam klorogenat dilakukan berdasarkan prinsip titrasi asam basa, senyawa asam dalam sampel bereaksi dengan larutan basa hingga mencapai titik ekuivalen. Sebanyak 1 mL filtrat hasil ekstraksi ultrasonik diencerkan dengan 100 mL akuades, lalu 25 mL larutan tersebut ditambahkan 2 tetes indikator PP 1%. Larutan kemudian dititrasi dengan NaOH 0,1 N hingga terjadi perubahan warna merah muda stabil. Volume NaOH yang digunakan dicatat untuk mengetahui konsentrasi asam klorogenat menggunakan persamaan berikut.

$$V_1 \text{ x } N_1 = V_2 \text{ x } N_2 \quad \text{..... (3)}$$

Kadar asam klorogenat (%) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

Asumsi asam yang terkandung adalah asam klorogenat $C_{16}H_{18}O_9$

$$N = \frac{gr\ asam\ x\ 1000\ x\ e}{Mr\ x\ V} \quad \text{.....(4)}$$

$$\text{\% asam} = \frac{g\ asam}{g\ sampel} \text{ x 100\%}$$

Keterangan:

V = volume ekstrak kopi (mL)

e = ekivalen

gr sampel = berat sampel kopi (gr)

gr asam = berat total asam yang terkandung dalam sampel (g)

V_1 = Volume titran (mL)

Indonesian Journal of Food Technology
ISSN 2962-6641
Department of Food Technology
Jenderal Soedirman University

N_1 = Konsentrasi titran NaOH (N)

V_2 = Volume filtrat kopi (mL)

N_2 = Konsentrasi filtrat kopi (N)

Mr $C_{16}H_{18}O_9$ = 354,31 g/mol

Uji Organoleptik

Uji organoleptik terhadap produk dekafeinasi kopi arabika Gayo Aceh dilakukan dengan melibatkan 30 penelis semiterlatih. Penilaian meliputi aspek warna, tingkat keasaman, dan aroma, dengan 7 skala hedonik, yaitu: 1 = Sangat tidak suka; 2 = Tidak suka; 3 = Agak tidak suka; 4 = Netral; 5 = Agak suka; 6 = Suka; 7 = Sangat suka.

Analisis Data

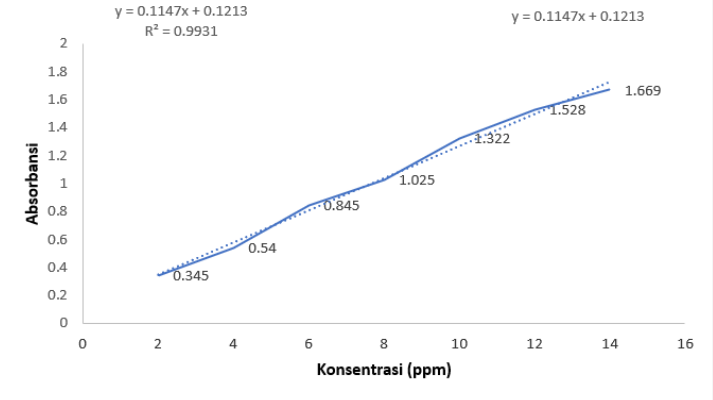
Analisis data dilakukan dengan metode ANOVA menggunakan software SPSS versi 30. Jika ditemukan perbedaan signifikan antar perlakuan berdasarkan hasil ANOVA ($p < 0,05$), maka uji lanjut Duncan's Multiple Range Test (DMRT) akan diterapkan untuk menentukan perlakuan mana yang berbeda nyata (Kusriningrum, 2012). Data hasil penilaian organoleptik yang bersifat non-parametrik dianalisis menggunakan uji Kruskal-Wallis. Jika ditemukan perbedaan signifikan antar perlakuan, maka analisis dilanjutkan dengan uji Mann-Whitney guna mengidentifikasi kelompok perlakuan yang berbeda nyata (Dewi, 2018).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kurva Kalibrasi Kafein

Puncak serapan teridentifikasi pada panjang gelombang 231 nm, yang ditetapkan sebagai panjang gelombang maksimum kafein. Oleh karena itu, panjang gelombang ini selanjutnya digunakan untuk analisis kuantitatif kafein. Hasil pengukuran larutan baku kafein pada panjang gelombang ini menghasilkan respons yang linier, divisualisasikan melalui grafik dengan persamaan regresi $y = 0,1147x + 0,1213$ dan nilai $R^2 = 0,9931$, tercantum dalam (Gambar 1).

Indonesian Journal of Food Technology
ISSN 2962-6641
Department of Food Technology
Jenderal Soedirman University



Gambar 1. Kurva kalibrasi kafein

Nilai koefisien determinasi (R^2) yang mendekati 1 mengindikasikan bahwa model regresi yang diterapkan secara akurat merepresentasikan korelasi antara konsentrasi kafein dan absorbansi, sehingga meningkatkan kepercayaan terhadap validitas metode penelitian ini (Harris, 2015).

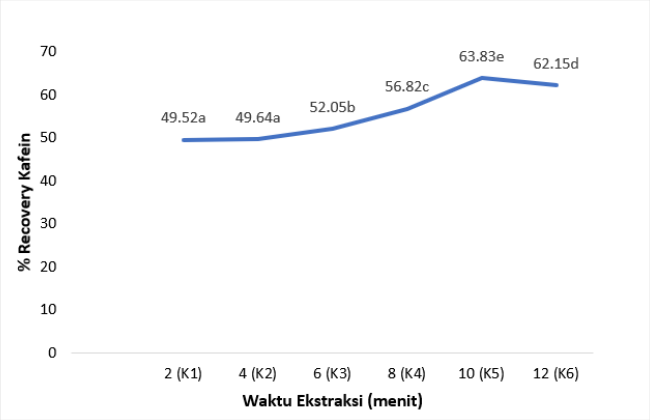
Kafein Awal Kopi Arabika Gayo Aceh

Pengukuran kafein awal dalam sampel kopi arabika Gayo Aceh memiliki peran krusial sebagai titik tolak. Data tersebut digunakan untuk menilai keberhasilan metode dekafeinasi dan memantau perubahan kandungan kafein selama proses ekstraksi. Analisis menunjukkan bahwa konsentrasi kafein awal yang diperoleh melalui metode ekstraksi soxhlet adalah 1553,97 mg/L. Ekstraksi soxhlet dikenal sangat efektif dalam melarutkan senyawa bioaktif karena sistem sirkulasinya yang berulang, sehingga memungkinkan pelarutan senyawa target yang optimal (Wijaya dkk., 2022).

Recovery Kafein Awal Kopi Arabika Gayo Aceh

Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa waktu ekstraksi ultrasonik berpengaruh sangat nyata terhadap recovery kafein kopi arabika Gayo Aceh (nilai signifikansi = 0,001; $p < 0,05$). Uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa perlakuan K1 (2 menit) dan K2 (4 menit) tidak berbeda nyata satu sama lain tetapi tetap berbeda dengan perlakuan lain. Sementara itu, perlakuan K3 (6 menit), K4 (8 menit), K5 (10 menit), dan K6 (12 menit) masing-masing berbeda nyata dengan perlakuan lainnnya terhadap recovery kafein. Nilai recovery kafein dari setiap perlakuan tersaji pada (Gambar 2).

Indonesian Journal of Food Technology
ISSN 2962-6641
Department of Food Technology
Jenderal Soedirman University



Gambar 2. Grafik recovery kafein kopi arabika Gayo Aceh

Recovery kafein terendah tercatat pada perlakuan K1 (2 menit) sebesar 49,52%, sementara perlakuan K5 (10 menit) menghasilkan recovery tertinggi 63,83%. Peningkatan waktu ekstraksi berbanding lurus dengan kenaikan recovery kafein, sejalan dengan prinsip perpindahan massa, di mana durasi ekstraksi lebih lama memungkinkan lebih banyak senyawa larut ke dalam pelarut (Muqorrobin & Mustikaningrum, 2023).

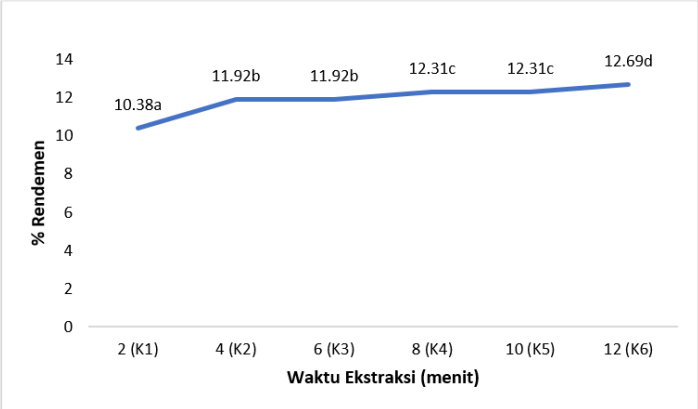
Hasil penelitian ini sejalan dengan beberapa studi terdahulu terkait ekstraksi senyawa dari kopi. Lolongan dkk. (2021) dalam penelitian dekafeinasi kopi robusta menemukan bahwa waktu ekstraksi 3 jam (durasi terlama) menghasilkan rendemen kafein maksimal sebesar 2,97%. Temuan serupa dilaporkan oleh Yusuf dkk. (2022) pada kopi arabika wine, ekstraksi selama 3 jam juga menghasilkan kadar kafein tertinggi sebesar 8,8%. Meskipun berbeda fokus, studi Muqorrobin dan Mustikaningrum (2023) tentang minyak ampas kopi juga mengindikasikan bahwa kondisi waktu ekstraksi terlama dan suhu tertinggi (120 menit, 50°C) menghasilkan yield tertinggi (16,02%).

Penurunan recovery kafein pada K6 (12 menit) diduga akibat kavitasi ultrasonik. Meskipun kavitasi mempercepat pelepasan kafein melalui energi tinggi dari pecahnya gelembung, waktu ekstraksi berlebih dapat memicu radikal bebas yang mendegradasi kafein (Chemat *et al.,* 2017). Sejalan dengan hal itu, Pradana *et al*., (2017) mengatakan bahwa waktu ekstraksi yang tidak optimal (terlalu singkat atau lama) dapat menghambat ekstraksi senyawa target atau memunculkan senyawa yang tidak diinginkan.

Indonesian Journal of Food Technology
ISSN 2962-6641
Department of Food Technology
Jenderal Soedirman University

Kadar Asam Klorogenat Kopi Arabika Gayo Aceh

Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa waktu ekstraksi ultrasonik berpengaruh sangat nyata terhadap kadar asam klorogenat kopi arabika Gayo Aceh (nilai signifikansi = 0,001; $p < 0,05$). Uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa perlakuan K1 (2 menit) dan K6 (12 menit) berbeda nyata dari semua perlakuan lainnya. Sementara itu, perlakuan K2 (4 menit) dan K3 (6 menit) tidak berbeda nyata sama lain, namun tetap berbeda nyata dengan perlakuan lainnya terhadap kadar asam klorogenat. Hal serupa juga terjadi pada perlakuan K4 (8 menit), dan K5 (10 menit). Nilai kadar asam klorogenat setiap perlakuan tersaji pada (Gambar 3).



Gambar 3. Grafik kadar asam klorogenat kopi arabika Gayo Aceh

Perlakuan K1 (2 menit) mendapatkan kadar asam klorogenat paling rendah sebesar 10,38, mengindikasikan bahwa waktu ekstraksi yang singkat tidak cukup untuk melarutkan senyawa ini secara optimal. Sementara itu, perlakuan K6 (12 menit) menunjukkan kadar asam klorogenat tertinggi sebesar 12,69%, menandakan bahwa waktu ekstraksi yang lebih lama secara signifikan meningkatkan jumlah senyawa yang terekstrak.

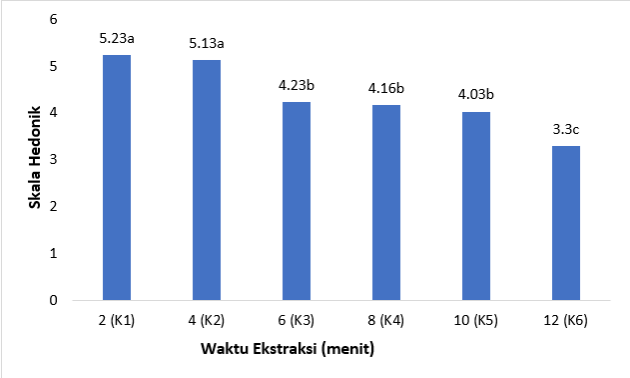
Penelitian ini konsisten dengan temuan Meng *et al.,* 2023, yang menunjukkan bahwa ekstraksi selama 3 hari mampu meningkatkan desorpsi asam klorogenat hingga mencapai 50%. Konsisten ini diperkuat oleh hasil penelitian Ahmad *et al.,* 2021 mengenai efisiensi ekstraksi betaine sorbitol. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa waktu ekstraksi terlama (60 menit) menghasilkan kadar asam klorogenat tertinggi sebesar 10,65 mg/g. Awwad *et al.,* (2021) mengemukakan bahwa perpanjangan waktu ekstraksi berkorelasi positif dengan peningkatan perolehan senyawa dari sampel dan perubahan komposisi kimia kopi.

Indonesian Journal of Food Technology
ISSN 2962-6641
Department of Food Technology
Jenderal Soedirman University

Hasil Uji Organoleptik Kopi Arabika Gayo Aceh dekafeinasi

Warna Minuman Kopi Arabika Gayo Aceh Dekafeinasi

Uji Kruskal-Wallis menunjukkan pengaruh nyata antara waktu ekstraksi terhadap preferensi panelis pada parameter warna (nilai signifikansi 0,000 < 0,001). Uji lanjut Mann-Whitney menunjukkan bahwa perlakuan K1 (2 menit) dan K2 (4 menit) tidak berbeda nyata satu sama lain, namun tetap berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Hal serupa terjadi pada perlakuan K3 (6 menit), K4 (8 menit), dan K5 (10 menit). Sementara itu, perlakuan K6 (12 menit) berbeda nyata dari semua perlakuan terhadap preferensi panelis pada parameter warna. Rerata nilai warna minuman kopi arabika Gayo Aceh tersaji pada (Gambar 4).

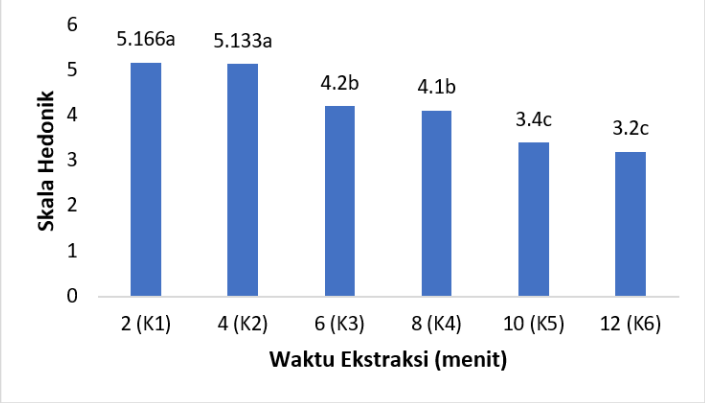


Gambar 4. Histogram warna minuman kopi arabika Gayo Aceh

Preferensi panelis terhadap warna minuman kopi arabika Gayo Aceh dekafeinasi bervariasi. Perlakuan K1 (2 menit) dan K2 (4 menit) mendapatkan skor 5 (agak suka), K3 (6 menit), K4 (8 menit), dan K5 (10 menit) meraih skor 4 (netral), dan K6 (12 menit) memperoleh skor terendah yaitu 3 (agak tidak suka). Temuan ini di dukung oleh penelitian Wijaya dan Yuwono (2015) yang menyatakan bahwa warna ekstrak kopi cenderung lebih pucat dengan bertambahnya waktu ekstraksi. Hal ini terjadi karena degradasi senyawa kunci seperti asam klorogenat selama proses ekstraksi. Asam klorogenat merupakan salah satu senyawa fenolik yang berkontribusi terhadap warna gelap pada ekstrak kopi. Ketika senyawa ini terdegradasi akibat suhu dan waktu ekstraksi yang terlalu lama, intensitas warma menurun yang pada akhirnya mempengaruhi penerimaan konsumen terhadap visual kopi.

Indonesian Journal of Food Technology
ISSN 2962-6641
Department of Food Technology
Jenderal Soedirman University

Uji Kruskal-Wallis menunjukkan pengaruh nyata antara waktu ekstraksi terhadap preferensi panelis pada parameter tingkat keasaman (nilai signifikansi 0,000 < 0,001). Uji lanjut Mann-Whitney menunjukkan bahwa perlakuan K1 (2 menit) dan K2 (4 menit) tidak berbeda nyata satu sama lain, namun tetap berbeda nyata dengan perlakuan lainnya terhadap preferensi panelis pada parameter tingkat keasaman. Hal serupa terjadi pada perlakuan K3 (6 menit), K4 (8 menit), K5 (10 menit), dan K6 (12 menit)). Rerata nilai tingkat keasaman minuman kopi arabika Gayo Aceh dapat tersaji pada (Gambar 5).

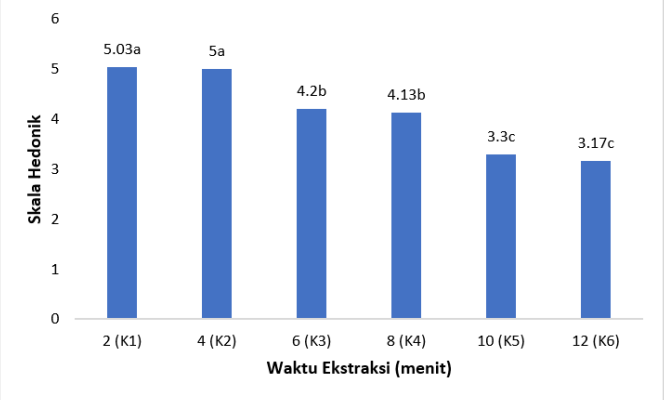


Gambar 5. Histogram tingkat keasaman minuman kopi arabika Gayo Aceh

Preferensi panelis terhadap tingkat keasaman minuman kopi arabika Gayo Aceh dekafeinasi bervariasi. Perlakuan K1 (2 menit) dan K2 (4 menit) mendapatkan skor 5 (agak suka), K3 (6 menit) dan K4 (8 menit) meraih skor 4 (netral), sedangkan K5 (10 menit) dan K6 (12 menit) memperoleh skor terendah yaitu 3 (agak tidak suka). Ekstraksi yang dilakukan dalam waktu lebih lama dapat meningkatkan jumlah asam terekstrak akibat interaksi yang berkepanjangan dengan pelarut. Namun, ekstraksi yang dilakukan terlalu lama, dapat menyebabkan degradasi senyawa dan perubahan kualitas pada ekstrak (Amaliah dkk., 2018). Sejalan dengan hal ini Lee *et al.,* (2015) menyatakan bahwa pada akhir proses ekstraksi, senyawa yang kurang larut seperti tanin dan fenolik dapat ikut terekstrak. Kehadiran senyawa tersebut dapat menimbulkan rasa pahit dan sepat pada kopi, yang pada akhirnya mempengaruhi penerimaan konsumen terhadap cita rasa kopi.

Indonesian Journal of Food Technology
ISSN 2962-6641
Department of Food Technology
Jenderal Soedirman University

Uji Kruskal-Wallis menunjukkan pengaruh nyata antara waktu ekstraksi terhadap preferensi panelis pada parameter aroma (nilai signifikansi 0,000 < 0,001). Uji lanjut Mann-Whitney menunjukkan bahwa perlakuan K1 (2 menit) dan K2 (4 menit) tidak berbeda nyata satu sama lain, namun tetap berbeda nyata dengan perlakuan lainnya terhadap preferensi panelis pada parameter aroma. Hal serupa terjadi pada perlakuan K3 (6 menit), K4 (8 menit), K5 (10 menit), dan K6 (12 menit). Rerata nilai aroma minuman kopi arabika Gayo Aceh tersaji pada (Gambar 6).



Gambar 6. Histogram aroma minuman kopi arabika Gayo Aceh

Berdasarkan data histogram, preferensi panelis terhadap aroma minuman kopi arabika Gayo Aceh dekafeinasi bervariasi. Perlakuan K1 (2 menit) dan K2 (4 menit) mendapatkan skor 5 (agak suka), K3 (6 menit) dan K4 (8 menit) meraih skor 4 (netral), sedangkan K5 (10 menit) dan K6 (12 menit) memperoleh skor terendah yaitu 3 (agak tidak suka). Waktu ekstraksi yang lebih lama memiliki korelasi kuat dengan penurunan kadar asam klorogenat. Mengingat peran sentral asam klorogenat dalam menentukan rasa dan aroma biji serta kopi seduh, penurunannya berakibat pada hilangnya kompleksitas dan intensitas aroma, menghasilkan aroma yang lebih lembut. Tak hanya itu, ekstraksi yang terlalu lama juga mempercepat degradasi senyawa volatil yang esensial bagi aroma karakteristik kopi (Ardiansyah dkk., 2018).

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu ekstraksi ultrasonik memberikan pengaruh nyata terhadap recovery kafein dan kadar asam klorogenat pada kopi Arabika Gayo Aceh. Terbukti, semakin lama waktu ekstraksi, semakin banyak pula perolehan kedua senyawa tersebut. Nilai terendah untuk recovery kafein (49,52%) dan asam klorogenat (10,38%) tercatat pada waktu ekstraksi 2 menit (K2). Sebaliknya, recovery

kafein tertinggi (63,83%) diperoleh pada waktu ekstraksi 10 menit (K5), dan 12 menit (K6) untuk kadar asam klorogenat (12,69%). Penilaian organoleptik memperlihatkan bahwa sampel yang diekstraksi selama waktu K1 dan K2 menghasilkan warna, aroma, dan tingkat keasaman yang dinilai cukup baik (skor 5) oleh panelis. Namun, warna pada perlakuan K6 dianggap kurang menarik, dan tingkat keasaman serta aroma yang kurang disukai teramati pada perlakuan K5 dan K6. Waktu ekstraksi ultrasonik 8 menit (K4) terpilih sebagai alternatif, menghasilkan recovery kafein (56,83%) dan kadar asam klorogenat (12,31%), serta penilaian warna, tingkat keasaman, dan aroma yang netral (4) oleh panelis.

DAFTAR PUSTAKA

Adhiksana, A. (2017). Perbandingan metode konvensional ekstraksi pektin dari kulit buah pisang dengan metode ultrasonik. *Journal of Research and Technology*, 3(2).

Ahmad, I., Syakfanaya, A. M., Azminah, Saputri, F. C., Mun'im A. (2021). Optimization of betaine-sorbitol natural deep eutectic solvent-based ultrasound-assisted extraction and pancreatic lipase inhibitory activity of chlorogenic acid and caffeine content from robusta green coffee beans. *Heliyon*. 7.

Amaliah, A., Sobari E., Mukminah, N. (2018). Rendemen dan karakteristik fisik ekstrak oleoresin daun sirih hijau *(Piper betle L.)* dengan pelarut heksan. *Industrial Research Workshop and National Seminar*.

Anam, K., Sirappa, M. P., Sangkala, Nurwahyuningsih, Meilin, A., Handayani, A. B. M. H.T., Irawan, N. C., Masrika, N. U. E. (2019). *Budidaya tanaman kopi dan olahannya untuk kesehatan*. CV. Tohar Media. Makassar. Hal 1-55.

Ardiansyah, D., Tjota, H., & Kiyat, W. E. (2018). Review: Peran enzim dalam meningkatkan kualitas kopi. *JURNAL AGRI-TEK : Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Eksakta*, *19*(2). https://doi.org/10.33319/agtek.v19i2.25

Awwad, S., Issa, R., Alnsour, L., Albals, D., & Al-Momani, I. (2021). Quantification of caffeine and chlorogenic acid in green and roasted coffee samples using hplc-dad and evaluation of the effect of degree of roasting on their levels. *Molecules*, *26*(24). https://doi.org/10.3390/molecules26247502

Azizah, N. D. N., Novita, C. R. L., Sihombing, R. P., & Hariyadi, T. (2022). Penentuan suhu optimum dekafeinasi kopi arabika Sigarar Utang menggunakan pelarut asam asetat. *Prosiding The 13th Industrial Research Workshop and National Seminar,* Bandung, 13–14 Juli.

Chemat, F., Rombaut, N., Sicaire, A. G., Meullemiestre, A., Fabiano-Tixier, A. S., & Abert-Vian, M. (2017). Ultrasound assisted extraction of food and natural products.

Mechanisms, techniques, combinations, protocols and applications. A review. *Ultrasonics Sonochemistry*, 34, 540–560. https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2016.06.035.

Dewi, D. P. (2018). Subtitusi tepung daun kelor *(Moringa oleifera L.)* pada cookies terhadap sifat fisik, sifat organoleptik, kadar proksimat, dan kadar Fe. *Jurnal Ilmu Gizi Indonesia*, 01(02), 104-112.

Direktorat Jenderal Perkebunan. (2022). *Pengembangan kopi secara berkelanjutan "Upaya perbaikan kontaminasi pestisida pada perkebunan kopi*. Kementrian Pertanian Direktorat Jendral Perkebunan. Jakarta.

Elfariyanti, Silviana, E., & Santika, M. (2020). Analisis kandungan kafein pada kopi seduhan warung kopi di kota Banda Aceh. *Lantanida Journal*, 8(1), 1-95.

Farhaty, N., dan Muchtaridi, M. (2016). *Tinjauan kimia dan aspek farmakologi senyawa asam klorogenat pada biji kopi. Jurnal Farmaka,* 14(1):214-227.

Harris, D. C. (2015). *Quantitative chemical analysis*. W. H. Freeman and Company. New York. Hal 55-57.

Ismail, S., Nurrahmah, dan Ahmad, M. Y. (2022). *Kopi Gayo: kajian historis dan sosiologis*. Dinas Perpustakaan dan Kearsipan Aceh. Banda Aceh. Hal. 5-74.

Iswandi. (2022). *Pengaruh perendaman terhadap kadar kafein pada biji kopi di kota Surakarta secara spektrofotometri Uv-Vis*. *Pharmacon*, 11(2).

Kusnadi, J., Andayani, D. W., Zubaidah, E., & Arumingtyas, E. L. (2019). Ekstraksi senyawa bioaktif cabai rawit *(Capsicum Frutescens L.)* Menggunakan metode ekstraksi gelombang ultrasonik. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 20(2), 79-84.

Kusriningrum, R. S. (2008). *Perancangan Percobaan*. Surabaya Airlangga University Press. Surabaya. Hal 96-118.

Latunra, A. I., Johannes, E., Mulihardianti, B., & Sumule, O. (2021). *Analisis kandungan kafein kopi (Coffea Arabica) pada tingkat kematangan berbeda menggunakan spektrofotometer Uv-Vis*. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 12(1), 45-50.

Lee, J. S., Kim, M. S., Shin, H. J., and Park, K.H. (2015). Analysis of off-flavor compounds from over-extraction coffee. *Korean journal of food science and technology*, 43(3), 348-360.

Lolongan, R., & Yacob, N. (2021). Dekafeinasi kopi robusta menggunakan proses ekstraksi. *SAINTIS*, *2*(1).

Mardiana, R., Shidiq, S. S., Widiastuti, E., Hariyadi, T. (2021). Pengaruh suhu roasting terhadap perubahan kadar lemak, kadar asam total, dan morfologi mikrostruktural

kopi robusta. *Prosiding The 12th Industrial Research Workshop and National Seminar,* Bandung, 4-5 agustus 2021.

Meng, Y., Sui, X., Pan, X., Yang, Y., Sui, H., Xu, T., Zhang, H., Liu, T., Liu, J., & Ge, P. (2023). An integrated process by ultrasonic enhancement in the deep eutectic solvents system for extraction and separation of chlorogenic acid from Eucommia ulmoides leaves. *Ultrasonics Sonochemistry*, *99*.

Muqorrobin, M., & Mustikaningrum, M. (2023). Pengaruh Perbedaan Suhu dan Waktu Terhadap Kinetika Ekstraksi Minyak dengan Metode Ultrasonik pada Ampas Kopi. *Jurnal Integrasi Proses dan Lingkungan*. 1(1).

Perdana, R. (2024). Analisis kandungan minyak nabati menggunakan metode ekstraksi kontinyu. *Jurnal Riset Sains dan Kesehatan Indonesia.* 1(2). https://journal.scitechgrup.com/index.php/jrski64.

Pradana, F. A., Khoirul, D. M., & Septian, A. (2017). The Effectiveness Test of Ultrasonic Extraction Microwave Distillation (USE-MD) Method in Capsaicin Extraction. *Journal of Engineering*, 3(1), 6-10.

Standar Nasional Indonesia. (2008). *Biji kopi.* Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.

Sundari, D., Darwin, dan Ratna. (2020). Fermentasi kopi arabika *(Coffea arabica)* menggunakan inokulum feses luwak. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian. 5(1).

Utama, D. Q., Paramartha, D. N. A., Widyasari, R., & Nurul, A. (2022). *Dekafeinasi kopi robusta (Coffea Canephora) lombok menggunakan sari labu siam (Sechium Edule). Pro Food*, 8(1). http://www.profood.unram.ac.id/index.php/profood.

Wahyuningsih, S., Yunita, I., Sundari, U. Y., Suryandani, H., Pagalla, D. B., Kalalinggi, S. Y., Alpian., Ramlah, Nasrullah, M. (2024). *Ekstraksi bahan alam*. CV. Gita Lentera Redaksi. Sumatera Barat. Hal. 1-126.

Wijaya, A. D., & Yuwono, S. S. (2015). Pengaruh lama pengukusan dan konsentrasi etil asetat terhadap karakteristik kopi pada proses dekafeinasi kopi. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(4).

Wijaya, H., Jubaidah, S., Rukayyah. (2022). Perbandingan metode ekstraksi maserasi dan sokhletasi terhadap rendemen ekstrak batang turi (Sesbania Grandiflora L.). *Indonesia Journal of Pharmacy and Natural Product*, 5(01).

Yusuf, Y. K., Permatasari, D. A. I., Veranita, W. (2022). Pengaruh waktu ekstraksi pada kadar kafein produk biji kopi arabica dari kabupaten tegal dengan metode spektrofotometri Uv-Vis. *Duta Pharma Journal*. 2(1).